

大跨径波形钢腹板连续梁桥非对称悬臂施工应力及屈曲分析

Construction Stress and Buckling Analysis of Asymmetric Cantilever for Long-span Continuous Beam Bridge with Corrugated Steel Webs

崔靖宇

Jingyu Cui

中铁十七局集团第四工程有限责任公司
中国·重庆 404100
China Railway 17th Bureau Group Fourth
Engineering Co., Ltd.,
Chongqing, 404100, China

【摘要】悬臂施工阶段以及运营阶段都是整个梁桥施工中较为重要的环节。在这个过程中,墩顶箱梁的剪力以及负弯矩的程度,都是有关部门的施工人员需要密切关注的。倘若剪力太大,或者负弯矩的程度太大,整个梁桥的建造质量就会受到影响。文章就大跨径波形钢腹板连续梁桥非对称悬臂施工的应力以及屈曲程度进行一个简单的分析。

【Abstract】The cantilever construction phase and the operation phase are the more important links in the entire beam bridge construction. In this process, the shear force of the pier-top box beam and the degree of negative bending moment need to be closely monitored by the construction personnel of the relevant departments. If the shear force is too large, or the degree of negative bending moment is too large, the construction quality of the entire beam bridge will be affected. In this paper, a simple analysis of the stress and buckling degree of asymmetric cantilever construction of a long-span corrugated steel web continuous beam bridge is carried out.

【关键词】大跨径;钢腹板;非对称悬臂施工;应力分析

【Keywords】long span; steel web; asymmetric cantilever construction; stress analysis

【DOI】10.36012/etr.v2i3.1350

1 引言

大跨径波形钢腹板连续梁桥与别的桥型不一样,在建造时需要对其建筑高度等因素进行全面细致的考虑。考虑后的设计方案往往会对墩顶的箱梁有一定的调整,墩顶的箱梁高度会降低。但由于大跨径波形钢腹板连续梁桥本身的特性,倘若墩顶的箱梁降低高度过甚,就会影响到整个梁桥的通行安全。毕竟这样的高度是不能够承受住悬臂施工阶段以及运营阶段的受力的。这个矛盾倘若得不到解决,那么这样的桥型也就无法在施工完毕以后正常使用。为了解决这一矛盾,有关技术人员想到的方法是将梁桥跨中的箱梁里的底板材质换成钢板,与此同时,边跨对应的位置运用满堂支架的方式来进行施工。这就是所谓的非对称悬臂施工方式。这种施工方式,能够极大地减小墩顶箱梁的建立以及负弯矩的程度,并且保证梁桥的稳定性。因此采用这种手法,即便墩顶的箱梁高度下降幅度较大,也不会对梁桥造成根本性的影响^[1]。

2 应力分布研究

文章中研究的大跨径波形钢腹板连续梁桥,是一座主桥

的跨径为 61m、110m、61m 的三跨径梁桥。要想对其在非对称悬臂施工过程当中的应力进行研究,首先要对其混凝土应力的分布特性做一个简单的了解。传统的应力计算是会有较大的误差的,因为在混凝土的养护以及浇筑的过程当中,混凝土并不是一成不变的,它会流通、收缩。而混凝土形态的改变,会对压应力值产生较为明显的影响,使用传统的测量方法大致会产生 20% 的误差,如果使用推定法的话,误差值则会明显缩小。使用推定法必须遵循公式进行计算,公式如下:

$$f_0 = \sqrt{f_1^2 - \frac{x}{k} - A} \quad (1)$$

在文章中,截取目标梁桥的中跨与边跨各两个截面,一共 4 个截面进行研究。研究的结果如表 1 所示。

通过对表格分析可以发现,在第 11 节段之前,大跨径波形钢腹板连续梁桥的中跨与侧跨的应力变化趋向并没有很明显的差别,几乎是趋于一致的。但当数据来到第 11 节段之后,可以发现大跨径波形钢腹板连续梁桥的中跨与侧跨之间的应力开始有较为明显的差别。当梁桥进入非对称的施工环节中时,大跨径波形钢腹板连续梁桥中跨的对应界面所具有的应力是要低于边跨的顶板应力的。而大跨径波形钢腹板连续梁

表 1 目标梁桥的中跨与边跨 4 个截面研究结果

施工阶段	边跨 A2 截面		中跨 A2 截面		边跨 A6 截面		中跨 A6 截面	
	顶板	底板	顶板	底板	顶板	底板	顶板	底板
1 块	-2.7	1.2	-2.5	1	—	—	—	—
2 块	-5.3	1.1	-4.5	1.4	—	—	—	—
3 块	-7.4	1.3	-6.5	1.3	—	—	—	—
4 块	-8.6	0.8	-7.7	0.8	—	—	—	—
5 块	-9.2	0.2	-8.4	0.1	-4.5	-0.3	-4.4	0.1
6 块	-7.7	-0.7	-7.8	-0.5	-4.7	-0.6	-5	-0.3
7 块	-8.2	-1.1	-9.1	-0.9	-7.4	-0.8	-8.6	-0.6
8 块	-9.8	-1.2	-9.8	-0.9	-8.5	-0.7	-8.6	-8.7
9 块	-9.3	-1.4	-9.7	-1.6	-8.4	-2.4	-8.6	-2.1
10 块	-9.3	-2	-9	-2.2	-9.1	-3.2	-8.7	-3
11 块	-10.2	-2.2	-9.6	-2.3	-9.6	-3.4	-9.5	-3.2
12 块	-10.5	-2.5	-8.7	-3.4	-10.4	-4.3	-8.5	-5.6
13 块	-10.6	-2.1	-8.8	-4.6	-10.8	-5.5	-8.7	-6.4
14 块	-10.7	-2.7	-8.6	-5.4	-11.1	-7.2	-8.2	-8.6
15 块	-10.9	-3	-7.4	-3.3	-11.5	-7.3	-7.4	-9.5
边跨合龙	-9.9	-2.5	-8.1	-2.9	-10.2	-6.7	-8.5	-8.6
中跨合龙	-9.9	-2.5	-7.5	-2.9	-10.2	-6.5	-8.1	-8.4

桥中跨的对应截面所具有的应力又会高于边跨的底板应力。这是需要有关研究人员特别注意的。当梁桥进入对称施工的环节后，大跨径波形钢腹板连续梁桥中跨顶板截面的对应应力在逐渐减小，而边跨的顶板截面的对应应力在逐渐增大；大跨径波形钢腹板连续梁桥中跨的底板截面应力在逐渐增大，而边跨的底板截面的对应应力却又在逐渐减小。这是能够从表格当中分析得出的结论。

3 屈曲稳定性概述

如果一个建筑想要在竣工之后能够安稳地运行，并且减少突发事件发生的可能，那么需要从 3 个方面考虑怎样能够使得稳定性得到保证。这 3 个方面分别是强度、刚度以及稳定性。而其中的稳定性是保证建筑能够稳定运行不可或缺的因素。稳定性之所以重要，当然是因为稳定性本身想要达标，其是需要施工人员在施工前进行仔细计算和考量的。譬如，在梁桥结构中，如果梁桥本身的应力达到了屈服点，也就是常说的屈服极限，那么表面的形态就会遭到破坏，更严重的甚至会断裂。因此，屈曲稳定性对于大跨径波形钢腹板连续梁桥来说，是十分重要的，是需要进行谨慎考虑的。要对其进行计算与分析，通常的办法是通过有限的分析方式，对失去稳定性的界面临界值进行推演与估算，公示如下：

$$[K] = [K_D] + [K_G] \quad (2)$$

4 箱梁的设计研究

对于大跨径波形钢腹板连续梁桥而言，最重要的结构是

箱梁。如果箱梁的结构出现了问题，那么大跨径波形钢腹板连续梁桥也就无法很好地在竣工后进行使用。而箱梁的关键性结构是波形钢腹板、顶板和底板。对于桥梁设计师而言，在进行大跨径波形钢腹板连续梁桥施工中，如何能够保证波形钢腹板与顶板和底板的纵横剪力在较为平衡的前提下尽量减小，贯穿于整个大跨径波形钢腹板连续梁桥设计过程中，是桥梁设计师追求的目标。对于中国的桥梁设计而言，由于波形钢腹板的桥梁在设计以及应用方面较国际上的桥梁设计而言，起步比较迟，故而在技术研究方面并不是很成熟。这种桥梁类型通常跨径比较大，导致地震烈度比较大，对荷载的标准也比普通桥梁要高。在对这类桥梁进行设计时，要充分考虑到箱梁内部结构的合理性。因此，有关的桥梁设计师必须要保持谦虚审慎的心态，拥有较高的职业素养以及较为强大的专业实力，才能够设计出较为科学合理的大跨径波形钢腹板连续梁桥。而有关施工人员进行该类桥梁的施工时，也必须要具备良好的职业操守以及强大的专业技能。在日常有关建筑施工的展开过程中时，很多施工人员为了图方便，并不会在施工开始时对设计图纸进行复核，也有可能不会按照实际的图纸要求进行有关建筑的建造。这对于陆地大型建筑而言，虽然也会产生质量方面的影响，但是其触发事故的频率仍然与其他因素有密不可分的关系，故而是否触发事故还有一定的未知性。但大跨径波形钢腹板连续梁桥的施工过程则不同，有关施工人员必须要严格按照设计图纸进行施工，否则很有可能会触发危险事故，不仅会造成桥梁的损毁，还有可能会造成人员的伤亡，这不论是对于施工人员还是设计师来说，都是无法承受的。因此，有关大跨径波形钢腹板连续梁桥的施工，一定要小心谨慎。

5 结语

综上所述，大跨径波形钢腹板连续梁桥作为实用性高，耐用性好，且在今后的桥梁设计与建造中会变得更加主流的桥梁类型，在建造过程当中可能会遇到的问题，因此要抓紧时间想尽办法采取措施进行解决。否则，中国的桥梁建造只会裹足不前，没有办法获得更长远的发展。当然，桥梁的建造还是要以其安全性考虑为优先，只有安全性能高、质量好的桥梁能够在日常生活中发挥更大的作用，也只有这样的桥梁，才能从根本上降低安全事故的发生，为人们营造更加安全的环境。

参考文献

[1]张奇.波形钢腹板预应力连续梁桥悬臂施工控制技术研究与应用[D].石家庄:石家庄铁道大学,2019.